

АСПЕКТЫ ВЫБОРА МЕЖДУ ТУМАННЫМИ И ОБЛАЧНЫМИ ТЕХНОЛОГИЯМИ

ASPECTS OF THE CHOICE BETWEEN FOG AND CLOUD TECHNOLOGIES

**E. Krasavin
Yu. Gagarin
S. Polpudnikow
S. Gagarina**

Summary. Currently, there are no uniform system recommendations for the use of cloud or fog data processing technologies. Often, options are evaluated subjectively according to criteria that in most cases are qualitative. The authors, using the results of a comparative analysis based on the analysis of hierarchies, formulate recommendations for choosing between cloud and fog platforms, depending on the user's initial requirements. The developed methodology served as the basis for an objective choice of a platform option for one of the data processing projects for their use in the Smart City system.

Keywords: cloud, fog, calculations, data, treatment, methodology, criteria, choice.

Красавин Евгений Васильевич

К.т.н., доцент, Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана
e.krasavin@bmstu.ru

Гагарин Юрий Евгеньевич

К.т.н., доцент, Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана
gagarin_ye@bmstu.ru

Полпудников Сергей Викторович

К.т.н., доцент, Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана
polpud@bmstu.ru

Гагарина Светлана Николаевна

К.э.н., доцент, Калужский государственный университет им. К.Э. Циолковского
g_ug@mail.ru

Аннотация. В настоящее время нет единых системных рекомендаций по применению облачных или туманных технологий обработки данных. Часто оценка вариантов проводится субъективно по критериям, которые в большинстве случаев являются качественными. Авторы, используя результаты сравнительного анализа, основанного на анализе иерархий, формулируют рекомендации по выбору между облачной и туманной платформами в зависимости от исходных требований пользователя. Разработанная методика послужила основанием для объективного выбора варианта платформы для одного из проектов обработки данных для использования их в системе «Умного города».

Ключевые слова: облако, туман; вычисления, данные, обработка, методика, критерии, выбор.

Как в свое время появление и внедрение компьютеров в бизнес-процессы сделало революцию в бизнесе, так и в настоящее время открывающиеся возможности облачных вычислений и хранения данных трансформируют бизнес-процессы [1]. По мере роста IT-нагрузки облачные технологии становятся дорогостоящими и чем больше вычислительных ресурсов нужно предприятиям, тем сильнее возрастает стоимость аренды облачной инфраструктуры. Высокая стоимость услуг облачных провайдеров вызвана их затратами на строительство дата-центров, создание сетевой инфраструктуры и закупку серверного оборудования. В [2] сделан вывод, что современные облачные технологии имеют два ключевых аспекта: технический и экономический, наблюдается устойчивая тенденция перехода от модели собственности к модели временного пользования. Реальной альтернативой облачным

выступают туманные технологии, имеющие ряд своих преимуществ и недостатков. До недавнего времени облачные технологии имели ограниченный функционал по обработке данных. Но с появлением технологии SONM [3] (Суперкомпьютер на основе сетевого майнинга Supercomputer Organized by Network Mining), проекта по использованию майнинговых компьютеров в качестве узлов разнесенного по планете суперкомпьютера, туман стал способен решать сложные и ресурсозатратные проблемы самых разных видов. И рынок туманных вычислений постоянно растет, превышая в настоящее время [4] 1,8 млн. серверов. И пользователь стоит перед выбором между облаком и туманом. При предпочтении того или иного варианта применения чаще всего используют критерии минимальной стоимости, известности бренда, своих компетенций или просто «нравится», что не приводит к оптимальному выбору.

Для сравнения использован метод анализа иерархий [5], основанный на методе парных сравнений, который в отличие от метода, основанного на модели Раши оценивания латентных переменных, имеет линейную шкалу интерпретации результатов [6]. При оценке привлекательности программных продуктов для их внедрения в практическую деятельность организации подход допускает при необходимости сочетание методик попарного сравнения и расчета аддитивной суммы интегральной оценки [7] для каждого сравниваемого продукта

Значимым шагом методики является выбор ключевых критериев для сравнения. При оценивании различных критериев сравнения является актуальным учетом неопределенности исходной информации [8], [9].

При использовании как облачных, так и туманных технологий центры обработки данных базируются на принципах совместного использования ресурсов, то есть экономической модели, в основе которой лежат потребительские свойства. Непосредственно устройствами из этих центров обработка данных управляет промежуточное интеллектуальное обеспечение.

Туман и облако взаимно дополняют друг друга, порождая технологию граничных вычислений. И все эти три концепции будут иметь решающее значение в развитии Интернета Вещей (IoT).

Каждый из технологий имеет определенные достоинства и недостатки, которые необходимо оценивать и учитывать при выборе.

Так у облачных технологий, наряду с достоинствами вроде постоянной доступности в любой точке, измеримости потребляемых ресурсов, самообслуживания, есть и недостатки:

- ◆ ограниченная пропускная способность и отключения;
- ◆ проблемы безопасности и приватности;
- ◆ уязвимость для взлома;
- ◆ ограниченный контроль и гибкость;
- ◆ зависимость от облачных платформ;
- ◆ сравнительная дороговизна.

В [10] сделан вывод о том, что туман имеет многие преимущества перед облаком, однако, не может полностью заменить централизованное облако. Центральное облако будет предпочтительнее в случае массивных и многопоточных вычислений, потребность в которых остаётся высокой.

Туманные вычисления будут расти за счёт появления новых сетевых парадигм с требованиями быстрой обработки с меньшей задержкой и джиттером.

Облачные вычисления будут служить целям высокопроизводительных вычислений, обработки больших объемов разнородных данных в ядре искусственного интеллекта, долгосрочного хранения данных, ценность которых либо не уменьшается, либо падает со временем относительно медленно.

Выбор критериев для сравнения производится из технических, экономических и других требований реализуемого проекта. Для оценки программных продуктов в качестве основных критериев экспертами [11] предлагается использовать следующие.

- ◆ **Функциональность.** Определяет возможности программного продукта или системы по обработке массива данных, их соответствие техническому заданию, общим и другим требованиям к программному обеспечению.
- ◆ **Надежность.** Определяет возможность программного продукта функционировать при возникновении сбоев или различных отклонений (в том числе и умышленных) в среде выполнения, обеспечения надежности хранения и восстановления данных.
- ◆ **Практичность.** Определяет такие свойства программного обеспечения, которые определяют его быструю разработку, организацию внедрения, освоения, обеспечивают удобное обслуживание и минимальные затраты на эксплуатацию, расширение, подготовку эксплуатационного персонала.

С учетом разработанной методики сформированы критерии для одного из проектов обработки данных для использования их в системе «Умного города».

Критерии сформированы по группам:

- ◆ **Функциональность**
 1. Качество информационных каналов, включающее пропускную способность, время ожидания (время отклика) и джиттер задержки.
 2. Возможность обработки данных. При этом облако — более функционально по вычислительным ресурсам и возможностям хранения.
 3. Пулинг ресурсов (гибкое перенаправление и переиспользование в местных системах).
- ◆ **Надежность**
 4. Время простоя по любой причине, например, при отключении электричества, пропадании каналов связи, сбоям Интернет и др.
 5. Ценность данных, в том числе стоимость утери и восстановления данных
 6. Безопасность к атакам.
- ◆ **Практичность**
 7. Сложность организации вычислений и затраты на ее организацию в том числе на оплату специалистам соответствующей квалификации.

Таблица 1. Собственные вектора альтернатив и их веса по группам критериев

Технология	Функциональность		Надежность		Практичность	
	Собственный вектор	Вес	Собственный вектор	Вес	Собственный вектор	Вес
Облако	2,466	0,858	0,493	0,195	0,843	0,457
Туман	0,405	0,141	2,027	0,804	1	0,542

Таблица 2. Оценка платформ при вариации приоритетов групп критериев

Технология	Приоритет функциональности и практичности	Равный приоритет	Приоритет надежности
Облако	0,517283	0,425823	0,504005
Туман	0,482717	0,574177	0,45803

8. Улучшенный пользовательский интерфейс. У тумана из-за мгновенного отклика и отсутствие простоев в большинстве случаев он выше.
9. Затраты и масштабируемость.

Как результат выходной комплексный параметр Полезность, по которому и производится окончательный выбор из альтернативных вариантов построения системы.

В соответствии с методикой, для каждой из групп критериев приведенные альтернативные платформы по каждому критерию попарно сравниваются. Результатом которого являются матрицы сравнения для каждой из групп критериев. Для шкалы сравнений использованы следующие уровни важности: равная важность; умеренное, существенное, значительное, очень большое превосходство.

Каждый элемент матрицы принимает дискретное значение A степени предпочтительности 1, 3, 5, 7, 9 соответственно уровню важности от равной до очень большого превосходства. И если один из элементов в каждой паре сравнения принимает значение A , то соответственно другой $1/A$.

Для критериев, которые невозможно сравнить по степени превосходства выполняется аддитивная сверка альтернатив по указанным выше критериям оценки. Количественная оценка принимает значения 0 или 1, в зависимости от того, выполнен критерий или нет, превышено некое пороговое значение, соответствующее выполнению критерия или, нет.

Аналогично составляется матрица сравнения групповых критериев.

Далее вычисляются собственные векторы альтернатив по всем критериям. При этом для каждого альтернативного варианта элемент вектора равен среднегеометрическому показателю матрицы сравнения. Так же вычисляется собственный вектор для матрицы сравнения групповых критериев. При этом вес по каждому критерию равен отношению каждого элемента собственного вектора к сумме всех элементов собственного вектора этого критерия. Данные вычисленные значения служат оценками привлекательности альтернативных вариантов.

По полученным оценкам привлекательности по всем критериям и весам производится расчет функций полезности каждой альтернативы и из их сравнения производится выбор оптимальной альтернативы. Функция полезности вычисляется как сумма произведений весов групповых критериев и их нормализованных собственных векторов.

После составления матриц сравнения критериев, определения их весов, вычисления собственных векторов альтернатив по всем критериям и нормализации собственных векторов вычисляется оценка привлекательности каждой из платформ по всем критериям и рассчитываются веса критериев. Результаты приведены в таблице 1.

По полученным данным рассчитывается функция полезности для каждой платформы. В таблице 2 приведены расчетные значения функции полезности для разных значений приоритетов групп критериев.

На основе полученных результатов можно принимать объективное решение по выбору того или иного варианта.

Приведенные результаты оценки платформ показывают, как значительно изменяются итоги оценки платформ при варьировании приоритета критерия надежности. Так, при предпочтении более широкого функциональности и практичности (и, соответственно, низкой стоимости), фаворитом является платформа облако. При более высоком приоритете критерия надежности, что характерно для крупных корпоративных сетей, лидером является туман.

Приведенный подход на основе сочетания методик попарного сравнения, а при необходимости и расчета аддитивной суммы интегральной оценки для каждой из сравниваемых платформ при оценке привлекательности их для внедрения в практическую деятельность организации позволяет уменьшить субъективность выбора, оптимизировать материальные затраты при их развертывании, исходя из приоритетов пользователя продукта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Как туманные вычисления преобразуют рынок облачных услуг. [Электронный ресурс]. URL: <https://vc.ru/crypto/44940-kak-tumannye-vychisleniya-preobrazuyut-rynok-oblachnyh-uslug> (дата обращения 01.06.2022 г.)
2. Oleg Lyubimov. How fog computing disrupts the cloud services market. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.embeddedcomputing.com/technology/iot/how-fog-computing-disrupts-the-cloud-services-market> (дата обращения 01.06.2022 г.)
3. SONM: универсальный «туманный суперкомпьютер» на основе блокчейна Ethereum. [Электронный ресурс]. URL: <https://freedmanclub.com/sonm-tumannyi-computer-na-ethereum/> (дата обращения 01.06.2022 г.)
4. Платформа туманных вычислений SONM за полгода. [Электронный ресурс]. URL: <https://russianblogs.com/article/9507756242/> (дата обращения 01.06.2022 г.)
5. Моисеев С.И., Черная Ю.В., Паршина Е.В. Подходы к оцениванию качества программного обеспечения, основанные на методе парных сравнений [Электронный ресурс]. URL: <http://www.vestnik.vsu.ru/pdf/analiz/2017/01/2017-01-19.pdf> (дата обращения 01.06.2022 г.)
6. Моисеев С.И., Черная Ю.В., Паршина Е.В. Управление параметрами качества программного обеспечения на основе метода Раша оценки латентных переменных / Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. — 2015. — № 2 (6). — С. 90–94
7. Красавин Е.В., Трешневская В.О. Выбор программной платформы для вебинаров в корпоративной локальной сети // Информационное общество. — 2022. — № 1. — С. — 76–84
8. Гагарин, Ю.Е. Прогнозирование показателей деятельности предприятий с учетом неопределенности исходных данных / Ю.Е. Гагарин, С.Н. Гагарина // Вестник университета. — 2019. — № 1. — С. 94–99. — DOI 10.26425/1816-4277-2019-1-94-99. — EDN YZESOL.
9. Гагарина, С.Н. Интервальное прогнозирование объемов спроса на услуги субъектов естественных монополий с учетом неопределенности информации / С.Н. Гагарина, Ю.Е. Гагарин // Вестник университета. — 2013. — № 22. — С. 101–110. — EDN RYDMKN.
10. Шалагинов А. Сравнение туманных и облачных вычислений (Fog vs Cloud) [Электронный ресурс]. URL: <https://shalaginov.com/2021/02/10/fog-vs-cloud/> (дата обращения 01.06.2022 г.)
11. Храмов В.Ю., Черная Ю.В., Десятирикова Е.Н. Оценка качества ИТ обеспечения управленческих решений с использованием нечетких ситуаций // Системы управления и информационные технологии. — № 3.1 (33). — 2008. — С. 205–208.

© Красавин Евгений Васильевич (e.krasavin@bmsu.ru), Гагарин Юрий Евгеньевич (gagarin_ye@bmsu.ru),
 Полпудников Сергей Викторович (polpud@bmsu.ru), Гагарина Светлана Николаевна (g_ug@mail.ru).
 Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»